

Docket No.: 57454-989

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Customer Number: 20277
: :
Shinjiro KAWATO, et al. : Confirmation Number:
: :
Serial No.: : Group Art Unit:
: :
Filed: November 20, 2003 : Examiner:
: :
For: METHOD FOR EXTRACTING FACE POSITION, PROGRAM FOR CAUSING COMPUTER
TO EXECUTE THE METHOD FOR EXTRACTING FACE POSITION AND APPARATUS FOR
EXTRACTING FACE POSITION

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

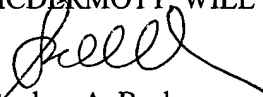
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2002-338175, filed November 21, 2002

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT WILL & EMERY



Stephen A. Becker
Registration No. 26,527

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 SAB:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: November 20, 2003

57454-989

S. KAWATO et al.

November 20, 2003.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 1 日
Date of Application:

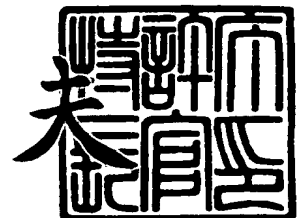
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 8 1 7 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 8 1 7 5]

出 願 人 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 1022059

【提出日】 平成14年11月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06K 9/46
G06K 9/62
G06T 7/60

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際
電気通信基礎技術研究所内

【氏名】 川戸 慎二郎

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際
電気通信基礎技術研究所内

【氏名】 千田 康隆

【特許出願人】

【識別番号】 393031586

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2

【氏名又は名称】 株式会社国際電気通信基礎技術研究所

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0005582

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 顔位置の抽出方法、およびコンピュータに当該顔位置の抽出方法を実行させるためのプログラムならびに顔位置抽出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人間の顔領域を含む対象画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するステップと、

前記対象となる画像領域内において、6つの矩形形状の結合した眉間検出フィルタによるフィルタリング処理により眉間候補点の位置を抽出するステップと、

抽出された前記眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさに前記対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを備える、顔位置の抽出方法。

【請求項 2】 前記眉間検出フィルタは、1つの矩形形状を6分割したものである、請求項 1 記載の顔位置の抽出方法。

【請求項 3】 前記 6 つの矩形形状は、鉛直方向に隣接する 2 つの第 1 の矩形形状と、前記第 1 の矩形形状とは前記鉛直方向に所定量だけずれ、かつ前記鉛直方向に隣接する 2 つの第 2 の矩形形状と、

前記第 2 の矩形形状とは前記鉛直方向に所定量だけずれ、かつ前記鉛直方向に隣接する 2 つの第 3 の矩形形状とを含む、請求項 1 記載の顔位置の抽出方法。

【請求項 4】 前記真の候補点を選択するステップは、前記眉間候補点に対応する前記眉間検出フィルタを構成する矩形形状のうち、所定の 2 つの矩形形状に対応する前記対象画像に対して、目テンプレートとのマッチング処理により、目の位置を検出するステップと、

前記検出された目の位置に基づいて、前記眉間候補点の位置を、2つの目の中点の位置に修正するステップと、

前記修正された眉間候補点位置を中心に2つの目が水平となるように入力画像を回転するステップと、

前記回転された入力画像について、前記修正された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさに前記対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチン

グ処理に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを含む、請求項 1 記載の顔位置の抽出方法。

【請求項 5】 デジタルデータを準備するステップは、前記対象画像をステレオ画像として準備するステップを含み、

前記真の候補点を選択するステップは、

前記ステレオ画像に基づいて検出される前記眉間候補点の観測点からの距離に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップを含む、請求項 1 記載の顔位置の抽出方法。

【請求項 6】 コンピュータに、対象となる画像領域内の顔位置を抽出する方法を実行させるためのプログラムであって、前記プログラムは、

人間の顔領域を含む対象画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するステップと、

前記対象となる画像領域内において、6つの矩形形状の結合した眉間検出フィルタによるフィルタリング処理により眉間候補点の位置を抽出するステップと、

抽出された前記眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさに前記対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを備える、プログラム。

【請求項 7】 前記眉間検出フィルタは、1つの矩形形状を6分割したものである、請求項 6 記載のプログラム。

【請求項 8】 前記 6 つの矩形形状は、

鉛直方向に隣接する 2 つの第 1 の矩形形状と、

前記第 1 の矩形形状とは前記鉛直方向に所定量だけずれ、かつ前記鉛直方向に隣接する 2 つの第 2 の矩形形状と、

前記第 2 の矩形形状とは前記鉛直方向に所定量だけずれ、かつ前記鉛直方向に隣接する 2 つの第 3 の矩形形状とを含む、請求項 6 記載のプログラム。

【請求項 9】 前記真の候補点を選択するステップは、

前記眉間候補点に対応する前記眉間検出フィルタを構成する矩形形状のうち、所定の 2 つの矩形形状に対応する前記対象画像に対して、目テンプレートとのマッチング処理により、目の位置を検出するステップと、

前記検出された目の位置に基づいて、前記眉間候補点の位置を、2つの目の中心の位置に修正するステップと、

前記修正された眉間候補点位置を中心に2つの目が水平となるように入力画像を回転するステップと、

前記回転された入力画像について、前記修正された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさに前記対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを含む、請求項6記載のプログラム。

【請求項10】 デジタルデータを準備するステップは、前記対象画像をステレオ画像として準備するステップを含み、

前記真の候補点を選択するステップは、

前記ステレオ画像に基づいて検出される前記眉間候補点の観測点からの距離に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップを含む、請求項6記載のプログラム。

【請求項11】 人間の顔領域を含む対象画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備する撮影手段と、

前記対象となる画像領域内において、6つの矩形形状の結合した眉間検出フィルタによるフィルタリング処理により眉間候補点の位置を抽出する手段と、

抽出された前記眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさに前記対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択する選択手段とを備える、顔位置抽出装置。

【請求項12】 前記眉間検出フィルタは、1つの矩形形状を6分割したものである、請求項11記載の顔位置抽出装置。

【請求項13】 前記6つの矩形形状は、

鉛直方向に隣接する2つの第1の矩形形状と、

前記第1の矩形形状とは前記鉛直方向に所定量だけずれ、かつ前記鉛直方向に隣接する2つの第2の矩形形状と、

前記第2の矩形形状とは前記鉛直方向に所定量だけずれ、かつ前記鉛直方向に隣接する2つの第3の矩形形状とを含む、請求項11記載の顔位置抽出装置。

【請求項 1 4】 前記選択手段は、

前記眉間候補点に対応する前記眉間検出フィルタを構成する矩形形状のうち、所定の 2 つの矩形形状に対応する前記対象画像に対して、目テンプレートとのマッチング処理により、目の位置を検出する手段と、

前記検出された目の位置に基づいて、前記眉間候補点の位置を、2 つの目の中点の位置に修正する手段と、

前記修正された眉間候補点位置を中心に 2 つの目が水平となるように入力画像を回転する手段と、

前記回転された入力画像について、前記修正された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさに前記対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択する手段とを含む、請求項 1 1 記載の顔位置抽出装置。

【請求項 1 5】 前記撮影手段は、前記対象画像をステレオ画像として準備する手段を含み、

前記選択手段は、前記ステレオ画像に基づいて検出される前記眉間候補点の観測点からの距離に応じて、前記眉間候補点のうちから真の候補点を選択する手段を含む、請求項 1 1 記載の顔位置抽出装置。

【発明の詳細な説明】**【0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

この発明はカメラ等からの画像を処理する画像処理に関し、特に、画像中の人物の顔を抽出するための画像認識の分野に関する。

【0 0 0 2】**【従来の技術】**

通信により、遠隔地にいる複数の人間で会議を行う TV 会議システムが実用化されている。しかしこれらシステムにおいて、映像そのものを送ると通信データ量が増大するという問題点がある。そのために、たとえば対象となる人物の視線、顔の向き、表情等に関する特徴データを各地で抽出し、抽出したデータのみを互いに送信する技術が研究されている。受信側では、このデータに基づいて仮想

的な人物の顔面の画像を生成して表示する。これにより、通信データ量を削減しながら、TV会議を効率良く行える。

【0003】

さらに、このような画像中から人物を検出する技術は、ヒューマンコンピュータインタラクション、ジェスチャー認識、セキュリティーなどの分野の発展に欠かせない技術としても、盛んに研究されている。

【0004】

これらの人物検出技術の応用においては、1) 検出率が高い、2) 照明環境の変化に強い、3) 実時間で動作する、という条件を満たす安定したシステムを構築する必要がある。さらに今後、高品質画像（一画面を構成する画素数の多い画像）を対象にした実時間人物検出の必要性が高まってくると考えられ、今後はさらに、より高速な人物検出アルゴリズムの開発が必要になる。

【0005】

人物を検出するには、まず顔を検出する手法が有効である。顔は表情など重要な情報を有しており、顔を検出できれば四肢の位置を推測して探索することが容易になる。

【0006】

これまでに、肌色情報を用いた顔検出システムは報告が数多くなされている（たとえば、非特許文献1～非特許文献4を参照）。

【0007】

これらの手法は、画像から肌色領域を抽出し顔候補領域を求める。顔候補領域を限定できることから、処理の範囲が限定され、計算量を大幅に減らすことができるので、高速なシステムを構築することが可能である。しかし、色情報を利用する手法は照明環境の変動に弱く、一般的な環境下で動作させる場合、安定した性能を期待できない。

【0008】

一方、色情報を用いない（濃淡情報を用いる）顔検出手法では、テンプレートマッチングやニューラルネットワーク等の学習的手法を利用した手法が数多く報告されている（たとえば、非特許文献5～非特許文献6を参照）。これらの手法

は高い検出率と照明環境に対するロバスト性が特徴である。たとえば、非特許文献5に開示された技術においては、ニューラルネットワークを応用し、非常に高い検出率を実現している。

【0009】

しかし、これらの手法は、サイズを変えながら画像全体にわたってテンプレート（モデル）とのマッチングをとる必要があり、計算量が多いという問題がある。そのため、画素サイズが大きくなった場合には、計算量が飛躍的に増加するため、実時間システムを構築することは非常に困難である。

【0010】

このような問題に対応するために、たとえば、従来、本発明の発明者によって提案されものである、人間の顔の眉間部分の特徴を利用して画面中から顔画像を抽出する方法がある（たとえば、特許文献1を参照）。

【0011】

一方、非特許文献7に開示された技術では、分割領域の平均明るさの明暗関係から顔を検出するが、その領域が額から顎まで分布していて16分割領域があり、まともにヘアスタイルや髭の影響を受けてしまうという問題がある。

【0012】

【非特許文献1】

川戸慎二郎、鉄谷信二、”リング周波数フィルタを利用した眉間の実時間検出” 信学論（D-I I），v o l . J 8 4 - D - I I，n o 1 2，p p . 2 5 7 7 - 2 5 8 4，D e c . 2 0 0 1.

【0013】

【非特許文献2】

川戸慎二郎、鉄谷信二、”目のリアルタイム検出と追跡”，信学技報，P R M U 2 0 0 0 - 6 3，p p . 1 5 - 2 2，S e p t . 2 0 0 0.

【0014】

【非特許文献3】

チャイ D，ガン K. N. 「テレビ電話アプリケーションにおける肌色マップを用いた顔の分割」 I E E E トランザクション オン サーキット アンド

システムズ フォー ビデオ テクノロジー, 第9巻、No. 4, pp. 551-564, 1990 (Chai, D. and Ngan, K.N.: "Face Segmentation Using Skin-Color Map in Videophone Application," IEEE Trans. on Circuits and Systems For Video Technology, Vol.9, No., pp.551-564, 1990)

【0015】

【非特許文献4】

J. ヤン, A. ワイベル, 「実時間の顔追跡器」, プロシーディング 3rd IEEE ワークショップ オン アプリケーション オブ コンピュータ ビジョン, pp. 142-147, 1996年 (J. Yang and A. Waibel, "A real-time face tracker," Proc. 3rd IEEE Workshop on Application of Computer Vision, pp.142-147, 1996)

【0016】

【非特許文献5】

H. ローリー, S. バルージャ, T. カナダ, 「ニューラルネットワークによる顔検知」 IEEE トランザクション パターン アナリシス アンド マシン インテリジェンス, 第20巻, no. 1, pp. 23-38, 1月 1998年 (H. Rowly, S. Baluja, and T. Kanada, "Neural-Network-Based Face Detection," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 20, no.1, pp.23-38, Jan.1998)

【0017】

【非特許文献6】

E. ジェルマス, B. K. ロウ 「顔検知:サーベイ」 コンピュータ ビジョン アンド イメージ アンダスタンディング, 83 (3), pp. 236-274, 2001年 (E. Hjelmås and B. K. Low, "Face Detection: A survey," Computer Vision and Image Understanding, 83(3), pp.236-274, 2001)

【0018】

【非特許文献7】

ブライアン スカセッラティ 「フォビーティッド アクティブ ビジョン システムに対する顔検出による目の検出」 プロシーディングズ AAAI

1 9 9 8 年 p p . 9 6 9 - 9 7 6 (Brian Scassellati, "Eye Finding via Face Detection for a Foveated, Active Vision System", Proc. AAAI '98, pp.969-976)

【 0 0 1 9 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 5 2 1 7 6 号公報明細書

【 0 0 2 0 】

【発明が解決しようとする課題】

上述した特許文献 1 に開示された技術では、安定した顔の特徴点として両目の間の点（以下では眉間（B e t w e e n - t h e - E y e s）と呼ぶ）に着目している。つまり、眉間の周囲は、額部と鼻筋は相対的に明るく、両サイドの目と眉の部分は暗いパターンになっており、それを検出するリング周波数フィルタを用いている。

【 0 0 2 1 】

しかしリング周波数フィルタでは、肌色領域を抽出して、領域を限定する前処理が必要な点と、前髪が眉までかかっているような顔は上述のようなパターンが現れないために、検出できない場合があるという問題があった。

【 0 0 2 2 】

それゆえに本発明の目的は、照明の状況や人物の髪型の影響等を抑えて、画像情報から顔画像を抽出することが可能な顔位置抽出装置、そのための方法および当該方法をコンピュータを用いて実現するためのプログラムを提供することである。

【 0 0 2 3 】

さらに、本発明の他の目的は、照明の状況や人物の髪型の影響等を抑えて、顔の眉間の位置を特定して実時間でその位置を追跡することが可能な顔位置抽出装置、そのための方法および当該方法をコンピュータを用いて実現するためのプログラムを提供することである。

【 0 0 2 4 】

【課題を解決するための手段】

この発明のある局面に従うと、顔位置の抽出方法であって、人間の顔領域を含む対象画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するステップと、対象となる画像領域内において、6つの矩形形状の結合した眉間検出フィルタによるフィルタリング処理により眉間候補点の位置を抽出するステップと、抽出された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさにて対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを備える。

【 0 0 2 5 】

好ましくは、眉間検出フィルタは、1つの矩形形状を6分割したものである、請求項1記載の顔位置の抽出方法。

【 0 0 2 6 】

好ましくは、6つの矩形形状は、鉛直方向に隣接する2つの第1の矩形形状と、第1の矩形形状とは鉛直方向に所定量だけずれ、かつ鉛直方向に隣接する2つの第2の矩形形状と、第2の矩形形状とは鉛直方向に所定量だけずれ、かつ鉛直方向に隣接する2つの第3の矩形形状とを含む。

【 0 0 2 7 】

好ましくは、真の候補点を選択するステップは、眉間候補点に対応する眉間検出フィルタを構成する矩形形状のうち、所定の2つの矩形形状に対応する対象画像に対して、目テンプレートとのマッチング処理により、目の位置を検出するステップと、検出された目の位置に基づいて、眉間候補点の位置を、2つの目の中点の位置に修正するステップと、修正された眉間候補点位置を中心に2つの目が水平となるように入力画像を回転するステップと、回転された入力画像について、修正された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさにて対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを含む。

【 0 0 2 8 】

好ましくは、デジタルデータを準備するステップは、対象画像をステレオ画像として準備するステップを含み、真の候補点を選択するステップは、ステレオ画像に基づいて検出される眉間候補点の観測点からの距離に応じて、眉間候補点の

うちから真の候補点を選択するステップとを含む。

【0029】

この発明の他の局面に従うと、コンピュータに、対象となる画像領域内の顔位置を抽出する方法を実行させるためのプログラムであって、プログラムは、人間の顔領域を含む対象画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するステップと、対象となる画像領域内において、6つの矩形形状の結合した眉間検出フィルタによるフィルタリング処理により眉間候補点の位置を抽出するステップと、抽出された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさにて対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを備える。

【0030】

好ましくは、眉間検出フィルタは、1つの矩形形状を6分割したものである。

好ましくは、6つの矩形形状は、鉛直方向に隣接する2つの第1の矩形形状と、第1の矩形形状とは鉛直方向に所定量だけずれ、かつ鉛直方向に隣接する2つの第2の矩形形状と、第2の矩形形状とは鉛直方向に所定量だけずれ、かつ鉛直方向に隣接する2つの第3の矩形形状とを含む。

【0031】

好ましくは、真の候補点を選択するステップは、眉間候補点に対応する眉間検出フィルタを構成する矩形形状のうち、所定の2つの矩形形状に対応する対象画像に対して、目テンプレートとのマッチング処理により、目の位置を検出するステップと、検出された目の位置に基づいて、眉間候補点の位置を、2つの目の中点の位置に修正するステップと、修正された眉間候補点位置を中心に2つの目が水平となるように入力画像を回転するステップと、回転された入力画像について、修正された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさにて対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを含む。

【0032】

好ましくは、デジタルデータを準備するステップは、対象画像をステレオ画像として準備するステップを含み、真の候補点を選択するステップは、ステレオ画

像に基づいて検出される眉間候補点の観測点からの距離に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択するステップとを含む。

【0033】

この発明のさらに他の局面に従うと、顔位置抽出装置であって、人間の顔領域を含む対象画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備する撮影手段と、対象となる画像領域内において、6つの矩形形状の結合した眉間検出フィルタによるフィルタリング処理により眉間候補点の位置を抽出する手段と、抽出された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさにて対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択する選択手段とを備える。

【0034】

好ましくは、眉間検出フィルタは、1つの矩形形状を6分割したものである。

好ましくは、6つの矩形形状は、鉛直方向に隣接する2つの第1の矩形形状と、第1の矩形形状とは鉛直方向に所定量だけずれ、かつ鉛直方向に隣接する2つの第2の矩形形状と、第2の矩形形状とは鉛直方向に所定量だけずれ、かつ鉛直方向に隣接する2つの第3の矩形形状とを含む。

【0035】

好ましくは、選択手段は、眉間候補点に対応する眉間検出フィルタを構成する矩形形状のうち、所定の2つの矩形形状に対応する対象画像に対して、目テンプレートとのマッチング処理により、目の位置を検出する手段と、検出された目の位置に基づいて、眉間候補点の位置を、2つの目の中点の位置に修正する手段と、修正された眉間候補点位置を中心に2つの目が水平となるように入力画像を回転する手段と、回転された入力画像について、修正された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさにて対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択する手段とを含む。

【0036】

好ましくは、撮影手段は、対象画像をステレオ画像として準備する手段を含み、選択手段は、ステレオ画像に基づいて検出される眉間候補点の観測点からの距離に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択する手段を含む。

【0037】

【発明の実施の形態】

[実施の形態1]

[ハードウェア構成]

以下、本発明の実施の形態1にかかる顔位置抽出装置について説明する。この顔位置抽出装置は、パーソナルコンピュータまたはワークステーション等、コンピュータ上で実行されるソフトウェアにより実現されるものであって、対象画像から人物の顔を抽出し、さらに人物の顔の映像から、眉間の位置および目の位置を検出するためのものである。図1に、この顔位置抽出装置の外観を示す。

【0038】

図1を参照してこのシステム20は、CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory) ドライブ50およびFD (Flexible Disk) ドライブ52を備えたコンピュータ本体40と、コンピュータ本体40に接続された表示装置としてのディスプレイ42と、同じくコンピュータ本体40に接続された入力装置としてのキーボード46およびマウス48と、コンピュータ本体40に接続された、画像を取込むためのカメラ30とを含む。この実施の形態の装置では、カメラ30としてはCCD (固体撮像素子) を含むビデオカメラを用い、カメラ30の前にいてこのシステム20を操作する人物の眉間または目の位置を検出する処理を行うものとする。

【0039】

すなわち、カメラ30により、人間の顔領域を含む画像であって対象となる画像領域内の各画素の値のデジタルデータが準備される。

【0040】

図2に、このシステム20の構成をブロック図形式で示す。図2に示されるようにこのシステム20を構成するコンピュータ本体40は、CD-ROMドライブ50およびFDドライブ52に加えて、それぞれバス66に接続されたCPU (Central Processing Unit) 56と、ROM (Read Only Memory) 58と、RAM (Random Access Memory) 60と、ハードディスク54と、カメラ30からの画像を取込むための画像取込装置68とを含んでいる。CD-ROMドライ

ブ 5 0 には C D - R O M 6 2 が装着される。F D ドライブ 5 2 には F D 6 4 が装着される。

【 0 0 4 1 】

既に述べたようにこの顔位置抽出装置の主要部は、コンピュータハードウェアと、C P U 5 6 により実行されるソフトウェアとにより実現される。一般的にこうしたソフトウェアは C D - R O M 6 2 、 F D 6 4 等の記憶媒体に格納されて流通し、C D - R O M ドライブ 5 0 または F D ドライブ 5 2 等により記憶媒体から読取られてハードディスク 5 4 に一旦格納される。または、当該装置がネットワークに接続されている場合には、ネットワーク上のサーバから一旦ハードディスク 5 4 にコピーされる。そうしてさらにハードディスク 5 4 から R A M 6 0 に読出されて C P U 5 6 により実行される。なお、ネットワーク接続されている場合には、ハードディスク 5 4 に格納することなく R A M 6 0 に直接ロードして実行するようにしてもよい。

【 0 0 4 2 】

図 1 および図 2 に示したコンピュータのハードウェア自体およびその動作原理は一般的なものである。したがって、本発明の最も本質的な部分は、F D 6 4 、ハードディスク 5 4 等の記憶媒体に記憶されたソフトウェアである。

【 0 0 4 3 】

なお、最近の一般的傾向として、コンピュータのオペレーティングシステムの一部として様々なプログラムモジュールを用意しておき、アプリケーションプログラムはこれらモジュールを所定の配列で必要な時に呼び出して処理を進める方式が一般的である。そうした場合、当該顔位置抽出装置を実現するためのソフトウェア自体にはそうしたモジュールは含まれず、当該コンピュータでオペレーティングシステムと協働してはじめて顔位置抽出装置が実現することになる。しかし、一般的なプラットフォームを使用する限り、そうしたモジュールを含ませたソフトウェアを流通させる必要はなく、それらモジュールを含まないソフトウェア自体およびそれらソフトウェアを記録した記録媒体（およびそれらソフトウェアがネットワーク上を流通する場合のデータ信号）が実施の形態を構成すると考えることができる。

【0044】**[顔画像の抽出の基本原理]**

まず、本発明の手続きの概略をまとめると、顔を連続撮影したビデオ画像を処理するにあたり、横が顔幅、縦がその半分程度の大きさの矩形フィルターで画面を走査する。矩形は、たとえば、 3×2 に6分割されていて、各分割領域の平均明るさが計算され、それらの相対的な明暗関係がある条件を満たすとき、その矩形の中心を眉間候補とする。

【0045】

連続した画素が眉間候補となるときは、それを取囲む枠の中心候補のみを眉間候補として残す。残った眉間候補を標準パターンと比較してテンプレートマッチング等を行うことで、上述した手続きで得られた眉間候補のうちから、偽の眉間候補を捨て、真の眉間を抽出する。

【0046】

以下、本発明の顔検出の手続きについて、さらに詳しく説明する。

(6分割矩形フィルター)

図3は、上述した 3×2 に6分割された矩形フィルター（以下、「6分割矩形フィルター」と呼ぶ）を示す図である。

【0047】

6分割矩形フィルターは、1) 鼻筋は両目領域よりも明るい、2) 目領域は頬部よりも暗い、という顔の特徴を抽出し、顔の眉間位置を求めるフィルターである。点(x、y)を中心として、横i画素、縦j画素(i、j:自然数)の矩形の枠を設ける。

【0048】

図3のように、この矩形の枠を、横に3等分、縦に2等分して、6個のブロックS1～S6に分割する。

【0049】

図4は、このような6分割矩形フィルターを顔画像に当てはめた場合を示す概念図である。図4(a)は6分割矩形フィルターの形状を示し、図4(b)は6分割矩形フィルターを顔画像の両目領域および頬部に当てはめた状態を示す。

【0050】

なお、鼻筋の部分が目の領域よりも通常は狭いことを考慮すると、ブロック S2 および S5 の横幅 w_2 は、ブロック S1, S3, S4 および S6 の横幅 w_1 よりも狭い方がより望ましい。好ましくは、幅 w_2 は幅 w_1 の半分とすることができる。図5は、このような場合の6分割矩形フィルタの構成を示す概念図である。

【0051】

実施の形態1では、図5に示すような6分割矩形フィルタを用いるものとする。

【0052】

また、ブロック S1、S2 および S3 の縦幅 h_1 と、ブロック S4、S5 および S6 の縦幅 h_2 とは、必ずしも同一である必要もない。ただし、以下の説明では、縦幅 h_1 と縦幅 h_2 とは等しいものとして説明する。

【0053】

図5に示す6分割矩形フィルタにおいて、それぞれのブロック S_i ($1 \leq i \leq 6$) について、画素の輝度の平均値「バー S_i 」(S_i に上付きの “-” をつける) を求める。

【0054】

ブロック S1 に1つの目と眉が存在し、ブロック S3 に他の目と眉が存在するものとする、以下の関係式(1)が成り立つ。

【0055】

【数1】

$$\begin{aligned} \bar{S}_1 < \bar{S}_2 \text{ and } \bar{S}_1 < \bar{S}_4, \\ \bar{S}_3 < \bar{S}_2 \text{ and } \bar{S}_3 < \bar{S}_6. \end{aligned} \quad \dots (1)$$

【0056】

図6は、このような6分割矩形フィルタを走査する対象となる画像を示す概念図である。

【0057】

図6に示すとおり、顔画像を検知する対象画像は、横方向にM画素、縦方向にN画素のM×N画素から構成される。原理的には、左上隅の画素(0, 0)から横方向および縦方向について順次1画素ずつずらせながら、上記6分割矩形フィルタを当てはめて、上記関係式(1)の妥当性をチェックする作業を行えばよいことになる。しかしながら、このように6分割矩形フィルタをずらせるたびに、各ブロック内の輝度の平均値を求めるのでは、効率が悪い。

【0058】

そこで、本発明では、矩形枠内の画素の総和を求める処理について、公知の文献(P. Viola and M. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features," Proc. Of IEEE Conf. CVPR, 1, pp.511-518, 2001)において開示されている、インテグラルイメージ(Integral Image)を利用した計算の高速化手法を取り入れる。

【0059】

画像*i*(*x*, *y*)から、「インテグラルイメージ」は、次式(2)で定義される。

【0060】

【数2】

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y') \quad \dots (2)$$

【0061】

インテグラルイメージは、以下の繰り返しで求めることができる。

【0062】

【数3】

$$\begin{aligned} s(x, y) &= s(x, y-1) + i(x, y), & \dots (3) \\ ii(x, y) &= ii(x-1, y) + s(x, y), \end{aligned}$$

【0063】

s(*x*, *y*)は行の画素の総和を表す。ただし*s*(*x*, -1) = 0、*ii*(-1, *y*) = 0とする。重要な点は、画像全体を一回走査するだけで、インテグ

ルイメージを求めることができることである。

【0064】

インテグラルイメージを用いると、長方形領域内の画素の輝度値の総和を簡単に求めることができる。図7は、このようなインテグラルイメージを用いて、総和を求める長方形領域を示す図である。

【0065】

インテグラルイメージを用いて、図7に示す長方形Dの枠内の画素の輝度の総和 S_r は、以下のように4点の値の計算で求めることができる。

【0066】

【数4】

$$S_r = (ii(x, y) + ii(x - W, y - L)) \dots (4) \\ - (ii(x - W, y) + ii(x, y - L))$$

【0067】

このように、インテグラルイメージを用いることによって、長方形領域内の画素の輝度値の総和、ひいては、画素の輝度値の平均を高速に求めることができるので、高速に6分割矩形フィルタに対する処理を行うことが可能である。

【0068】

(眉間候補点の抽出処理)

以下では、上述した6分割矩形フィルタを用いて、眉間の候補点を抽出する処理を説明する。

【0069】

図8は、眉間の候補点を抽出する処理を説明するためのフローチャートである。

【0070】

図8を参照して、まず、初期化処理として、変数 m 、 n の値を、 $m = 0$ 、 $n = 0$ とする(ステップS100)。

【0071】

続いて、6分割フィルタの左上コーナーを画像の (m, n) 画素に合わせる(

ステップS102)。さらに、ブロックS_iの領域の画素の平均濃度バーS_iを計算する(ステップS104)。

【0072】

次に、平均濃度バーS_iの値の大小が、式(1)による眉間候補条件を満たすかどうかテストする(ステップS106)。

【0073】

テスト条件を満たす場合は(ステップS108)、フィルタの中心点に相当する($m + i/2$, $n + j/2$)の位置の画素に眉間候補マークをつける(ステップS110)。一方、テスト条件を満たさない場合は(ステップS108)、処理はステップS112に移行する。

【0074】

ステップS112では、変数mの値が1だけインクリメントされる。次に、変数mの値が対象画像の中で横方向にフィルタが動ける範囲内であるかが判定される(ステップS114)。フィルタが動ける範囲内であるときは、処理はステップS102に復帰する。一方、フィルタが横方向に動ける限界になっているときは、変数mの値を0にリセットし、変数nの値を1だけインクリメントする(ステップS116)。

【0075】

次に、変数nの値が対象画像の中で縦方向にフィルタが動ける範囲内であるかが判定される(ステップS118)。フィルタが動ける範囲内であるときは、処理はステップS102に復帰する。一方、フィルタが縦方向に動ける限界になっているときは、眉間候補マークのついて、画素の連結性を調べ、各連結要素ごとに連結要素の外形枠の中央の画素を眉間候補点とする(ステップS120)。ここで、「中央の画素」とは、特に限定されないが、たとえば、各連結要素の重心位置とすることができる。

【0076】

図9は、以上のような処理による眉間候補点の抽出結果を示す図である。

図9(a)は、適用した6分割矩形フィルタの形状および大きさを示し、図9(b)は、眉間候補マークのついた連結要素をハッチングした領域として示す。

【 0 0 7 7 】

なお、与えられた対象画像に対して、どのような大きさの 6 分割矩形フィルタを適用するかについては、たとえば、予め対象画像中の顔画像の大きさが分かっている場合は、その大きさに合わせて設定しておくことも可能である。あるいは、撮影対象となる範囲内（カメラ 3 0 からの距離）に人物が存在する場合の顔の大きさに対応して、予め幾種類かの大きさの 6 分割矩形フィルタを準備しておき、一番最初に顔を検出する際には、この複数種類の 6 分割矩形フィルタのうちから、順次違う大きさのものを選択して適用して、以下に説明するような顔検出の適合度が最も高いものを選ぶこととしてもよい。

【 0 0 7 8 】

（目の候補点の抽出および真の眉間候補点の抽出）

以上のようにして抽出された眉間候補点には、真の眉間候補点以外に偽の眉間候補点も含まれる。そこで、以下に説明する手順で、真の眉間候補点を抽出する。

【 0 0 7 9 】

まず、眉間候補点の情報に基づいて、目の位置の候補点を抽出する。

そのために、複数の目の画像を顔画像データベースから抽出し、その平均画像を得る。図 1 0 は、このようにして得られた右目のテンプレートを示す図である。左目のテンプレートは、この右目テンプレートを水平方向に反転させればよい。

【 0 0 8 0 】

この右目テンプレートおよび左目のテンプレートを用いて、図 3 に示した眉間候補点を中心とする 6 分割矩形フィルタのブロック S 1 および S 3 の領域において、テンプレートマッチング処理を行えば、右目および左目の各々の候補点を抽出できる。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 は、このような目の候補点の抽出を行った上で、真の眉間候補点の抽出を行う処理を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 8 2 】

図 1 1 を参照して、まず、眉間候補抽出フィルターのブロック S 1 と S 3 のそれぞれの領域において、目のテンプレートともっとも良くマッチする点を探索し、左右の目の候補点とする（ステップ S 2 0 0）。

【 0 0 8 3 】

次に、眉間候補点位置を左右の目の候補点の midpoint に修正する（ステップ S 2 0 2）。続いて、修正眉間候補点位置を中心に左右の目の候補点が水平に並ぶように入力画像を回転する（ステップ S 2 0 4）。

【 0 0 8 4 】

回転後の修正眉間候補点を中心とするパターンと、後に説明するような手続きで予め形成されている眉間テンプレートとの類似度を計算する（ステップ S 2 0 6）。

【 0 0 8 5 】

類似度が予め定めたしきい値以上かを判断し（ステップ S 2 0 8）、しきい値以上であれば、それを真の眉間候補点とする（ステップ S 2 1 0）。一方、しきい値未満であれば、それを偽の眉間候補点とする（ステップ S 2 1 2）。

【 0 0 8 6 】

このような処理をすべての眉間候補点について行う。

図 1 2 は、図 1 1 のステップ S 2 0 0 における目の候補点の抽出処理を説明するための図である。

【 0 0 8 7 】

図 1 2 において、白丸は、修正前の眉間の候補点であり、白十字は、目の候補点を示す。

【 0 0 8 8 】

（眉間テンプレート）

次に、図 1 1 のステップ S 2 0 6 において使用する眉間テンプレートの形成方法について説明する。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、眉間テンプレートの形成手順を説明するためのフローチャートである。

【0090】

図13を参照して、まず、複数の顔画像データを準備する（ステップS300）。続いて、各顔画像について両目の位置をマウス等により、操作者が入力する（ステップS302）。

【0091】

さらに、以下は、計算機内部での処理として、両目の位置が水平となるように、両目の中点を中心に画像を回転して、向きの正規化を行う（ステップS304）。両目の間隔が所定の距離となるように画像を拡大あるいは縮小して、サイズの正規化を行う（ステップS306）。次に、両目の中点を中心とする眉間パターン $i \times j$ 画素を抽出する（ステップS308）。

【0092】

さらに、抽出した眉間パターンの平均濃度が所定の値、たとえばゼロとなるように、分散が他の所定の値、たとえば1.0になるように濃度を変換して、濃度の正規化を行う（ステップS310）。

【0093】

正規化した多数の眉間パターンの平均パターンを計算して（ステップS312）、得られた平均パターンを眉間のテンプレートとする（ステップS314）。

【0094】

ただし、本発明では、ステップS314で得られた眉間テンプレートをさらに以下のように処理する。

【0095】

すなわち、髪の毛が眉までかかっている人の場合は、額部が低い輝度値になるが、平均テンプレートは高い濃度値になっており、このままマッチング評価を行うと、マッチング度が低くなってしまう。そこで、髪型の影響を受けないように上から所定の画素数、たとえば、3画素の額にあたる部分は評価しない。たとえば、ステップS314で得られた眉間テンプレートが 32×16 画素のパターンであるならば、結局、 32×13 画素のパターンを用いてテンプレートマッチングを行う。

【0096】

図14は、眉間テンプレートを説明するための図である。

図14(a)は、図13のステップS314で得られた眉間テンプレートを示し、図14(b)は、額の影響を排除するための最終的な眉間テンプレートを示す。

【0097】

なお、テンプレートマッチングは、顔の向きによって照明のあたり方が異なる場合を考慮して、左右独立に評価を行うことも可能である。このときは、上述した眉間テンプレートを左右に2分割して、それぞれテンプレートマッチングを行えばよい。たとえば、上記例のような大きさの眉間テンプレートであれば、左右それぞれ、片側 16×13 画素のパターンを用いてテンプレートマッチングを行ってもよい。

【0098】

次に、図11のステップS206のテンプレートマッチングの処理をさらに詳しく説明する。

【0099】

図15は、ステップS206のテンプレートマッチングの手続きを説明するためのフローチャートである。

【0100】

図15を参照して、まず、眉間候補点を抽出して（ステップS400）、必要に応じて、眉間候補点を中心に回転を行い、スケール補正を行う（ステップS402）。

【0101】

次に、眉間候補点を中心として、テンプレートと同じサイズの画像を切り出す（ステップS404）。切り出した眉間候補パターンと眉間テンプレートとの相関値を計算して類似度とする（ステップS406）。

【0102】

なお、類似度の計算としては、切り出した眉間候補パターンの濃度を正規化（平均ゼロ、分散1.0）して、画素ごとにテンプレートの対応画素との差の2乗を計算し、その総和を求めることとしてもよい。すなわち、この場合、総和の値

は、不類似度とみなせるので、この逆数により類似度を評価してもよい。

【0103】

図16は、このようにして対象画像から眉間および目の位置を抽出した例を示す図である。

【0104】

帽子をかぶり、かつ手で口を覆うという状態であるにも関わらず、眉間の位置（図中長方形の枠の中心）と目の位置（十字）が良好に検出されている。

【0105】

実施の形態1の本発明においては、濃淡情報を用いて6分割矩形フィルタにより、まず、眉間の候補点を抽出してから、最終的に目の位置を特定しているので、照明条件の変化に強く、かつ、高速な顔位置の抽出を行うことができる。

【0106】

さらに、以上のような処理を、撮影されたビデオ画像の各フレームについて行えば、動画像において、顔画像を追跡することも可能となる。

【0107】

このときは、既に顔画像が検出されている前フレームの情報に基づいて、原フレームにおいてフィルタ処理をする領域を絞り込むことも可能である。

【0108】

なお、以上の説明では、眉間の候補点を探索する際に用いるフィルタは、矩形形状を 3×2 に6分割した6分割矩形フィルタを用いることとした。

【0109】

ただし、顔画像が水平から傾いている場合にも対応可能とするためには、フィルタの形状は、図3や図5に示したものに限定されない。

【0110】

図17および図18は、このようなフィルタの他の形状を説明するための図である。

【0111】

すなわち、図17や図18に示すように、図1におけるブロックS2およびS5に対して、ブロックS1およびS4と、ブロックS3およびS5とを、互いに

反対方向に上下に所定の量だけずらせることも可能である。

【0 1 1 2】

この場合、ずれた量に対応する角度だけ、顔画像が傾いている場合にも良好に眉間の候補点を抽出できる。

【0 1 1 3】

本明細書中では、図 3 および図 5 に示した形状のフィルタ（6 分割矩形フィルタ）と、図 1 7 や図 1 8 に示したようなフィルタとを総称して、「眉間検出フィルタ」と呼ぶことにする。

【0 1 1 4】

〔実施の形態 2〕

実施の形態 1 の図 1 1 において説明したとおり、眉間候補点から真の候補点を抽出する際には、一般には、眉間候補点の位置の修正および入力画像の回転等を行う必要がある。ただし、テレビ会議のように画像中の人物の動きが比較的小さい場合には、真の候補点の抽出処理を簡略化することも可能である。

【0 1 1 5】

図 1 9 は、このような実施の形態 2 の顔位置抽出装置において、真の眉間候補点の抽出を行う処理を説明するためのフローチャートである。

【0 1 1 6】

図 1 9 を参照して、まず、入力画像における眉間候補点を中心とするパターンと、予め形成されている眉間テンプレートとの類似度を計算する（ステップ S 5 0 0）。

【0 1 1 7】

類似度が予め定めたしきい値以上かを判断し（ステップ S 5 0 2）、しきい値以上であれば、それを真の眉間候補点とする（ステップ S 5 0 4）。一方、しきい値未満であれば、それを偽の眉間候補点とする（ステップ S 5 0 6）。

【0 1 1 8】

このような処理をすべての眉間候補点について行う。

その他の処理および構成は、実施の形態 1 の顔位置抽出装置と同様であるので、その説明は繰り返さない。

【0119】

このような構成でも、人物のカメラ30からの位置や顔の向きの変化が小さい場合は、実施の形態1と同様の効果を奏することができる。

【0120】**[実施の形態3]**

実施の形態1および2では、カメラ30は1台で撮影を行うこととしていた。

【0121】

これに対して、カメラ30をたとえば2台として、2眼ステレオ構成とすると、人物についての距離の情報も得ることができる。

【0122】

すなわち、6分割矩形フィルタで抽出した候補点の中から、真の顔候補点を検出する手法は、実施の形態3でも、原理的には、実施の形態1または2と同様の方法を用いることができる。

【0123】

ただし、実施の形態3の顔位置抽出装置では、検出できる顔の大きさの範囲をより広げるため、カメラ30を2眼ステレオ構成とし、距離情報に応じて顔候補領域を切り出すサイズを切り替える。

【0124】

顔候補領域の切り出すサイズを切り替えることで、平均顔テンプレートと同じ顔の大きさにスケーリングしてマッチングをとることができ、顔の大きさの検出範囲を広げることが可能である。

【0125】

実施の形態3では、上述のとおり、2眼ステレオ構成とし、候補点の視差情報を求める。顔の大きさは視差に反比例すると考えられるので、視差情報からその候補点を切り出すサイズを決定する。そのため、最適なサイズで顔候補領域を切り出してテンプレートとのマッチングを採ることができる。

【0126】

ここで、以下では、40人、各人10枚、計400枚の表情や向き照明条件などを少しずつ変化させた画像が納められている顔画像データベースに対する評価

を交えて説明する。

【0127】

このデータベース内の顔画像は、画像サイズが 92×112 のモノクロ画像である。矩形サイズは、横が左右こめかみの間の画素数、縦が眉毛から鼻先までの画素数の大きさを基準とした。手動で計測した結果、顔画像 (92×112) に対して、基準の矩形サイズは 60×30 とした。

【0128】

まず、図20は、異なるサイズの6分割矩形フィルタにより、同一の顔画像について、どの範囲で眉間候補点が検出可能であることを示す図である。

【0129】

図20では、矩形サイズを基準サイズから20%ずつ変化させながら、眉間抽出処理を行っている。実験では、真の候補点抽出率と候補点の個数を調べた。候補点に真の候補点が含まれているかは、眉間付近に候補点が存在するかを目視で判断した。

【0130】

図20より、基準の矩形サイズ (60×30) での抽出率は、92.0%であり、有効に機能していると考えられる。一方、矩形サイズが 84×42 の場合には抽出率が非常に悪くなっており、矩形が大きすぎて顔の特徴を抽出できていないと考えられる。

【0131】

図20を参照すると、基準の矩形サイズから、0.6～1.2倍のサイズの矩形で眉間候補点の抽出ができることを確認できる。顔の大きさと矩形サイズとは単純な比例関係にあると考えられる。したがって、矩形フィルタは、基準の大きさの顔から、0.83～1.67倍の範囲の大きさの顔の眉間候補点が抽出できると考えられる。

【0132】

次に、人物の距離と切り出す顔候補領域の大きさの関係を求めるために、顔位置抽出装置で使用しているカメラ構成で人物の顔を撮影し、カメラ30との距離を変えながら、眉間位置の視差と、その顔に最適な顔を切り出すサイズを計測し

ておく。

【0133】

たとえば、視差は左右のカメラ30に写る人物の眉間の位置の横方向の画素数の差を手動で計測することにより得る。顔を切り出すサイズは、左右のこめかみの間の画素数を手動で測定する。特に限定されないが、6分割矩形フィルタの縦方向のサイズは横方向の半分と定めることができる。

【0134】

図21は、視差と最適な顔を切り出すサイズの関係を示す図である。

この図21を基に、6分割矩形フィルタのサイズ、顔候補点を切り出すサイズ、視差と顔候補点を切り出すサイズの関係を決する。

【0135】

図22は、図21より設定した6分割矩形フィルタサイズ、視差、候補点を切り出すサイズの関係を示す図である。あるサイズの6分割矩形フィルタが抽出できる顔候補領域を切り出すサイズが0.83~1.67倍の範囲を持つことを利用し、たとえば、 40×20 、 24×12 の2段階のフィルタサイズで全体をカバーできるように設定した。顔候補領域を切り出すサイズは視差5画素ごとに切り替えるように設定した。切り出すサイズは細かく設定する方が制度が高くなると考えられるが、平均顔テンプレートのマッチング処理はある程度の大きさに対する柔軟性があるため、この範囲での切り替えで十分である。図22では、例えば、矩形フィルタサイズが 40×20 のとき、ステレオマッチングの結果、視差が20であれば、 48×24 の大きさで候補点を切り出すという意味である。

【0136】

もしも、この表に当てはまらない視差が出てきた場合、または、どこにもマッチングしなかった場合、その候補点は偽の候補点であるとして切り捨てる。

【0137】

以上の処理により、実施の形態3の顔位置抽出装置において、対象となる画像から眉間の候補点を抽出することができる。

【0138】

図23は、実施の形態3の顔位置抽出装置において、真の眉間候補点の抽出を

行う処理を説明するためのフローチャートである。

【0139】

図23を参照して、まず、候補点のカメラ30からの距離を2眼ステレオ方式により推定する（ステップS600）。

【0140】

次に、距離が予め定めた範囲内にあるかを判断する（ステップS602）。もしも、予め定めた範囲内に眉間の候補点がないならば、それは偽の候補点であると判断する（ステップS612）。

【0141】

一方、距離が予め定めた範囲内にある場合は、次に、距離に応じて、予め用意しておいたサイズの異なる眉間テンプレートを選択する（ステップS604）。

【0142】

入力画像における眉間候補点を中心とするパターンと、選択された眉間テンプレートとの類似度を計算する（ステップS606）。

【0143】

類似度が予め定めたしきい値以上かを判断し（ステップS608）、しきい値以上であれば、それを真の眉間候補点とする（ステップS610）。一方、しきい値未満であれば、それを偽の眉間候補点とする（ステップS612）。

【0144】

このような処理をすべての眉間候補点について行う。

その他の処理および構成は、実施の形態1の顔位置抽出装置と同様であるので、その説明は繰り返さない。

【0145】

このような構成では、人物のカメラ30からの距離も考慮して、真の候補点の抽出を行うので、より高速に顔画像の位置検出を行うことが可能である。したがって、この実施の形態3の処理を動画像の各フレームに対して行うことで、顔画像の追跡を行うことも可能である。

【0146】

なお、実施の形態3においても、実施の形態1の図11において説明したとお

り、眉間候補点から真の候補点を抽出する際に、目の位置を検出した上で眉間候補点の位置の修正および入力画像の回転等を行うことも可能である。

【0 1 4 7】

〔実施の形態 4〕

実施の形態 3 では、予め準備しておいたサイズの異なる眉間テンプレートから眉間候補点のカメラ 3 0 からの距離に応じて、眉間テンプレートを選択した。

【0 1 4 8】

しかしながら、眉間候補点のカメラ 3 0 からの距離に応じて、基準となる眉間テンプレートのサイズに合うように入力画像を縮小（または拡大）して、テンプレートマッチングを行うことも可能である。

【0 1 4 9】

図 2 4 は、このような実施の形態 4 の顔位置抽出装置において、真の眉間候補点の抽出を行う処理を説明するためのフローチャートである。

【0 1 5 0】

図 2 4 を参照して、まず、候補点のカメラ 3 0 からの距離を 2 眼ステレオ方式により推定する（ステップ S 7 0 0）。

【0 1 5 1】

次に、距離が予め定めた範囲内にあるかを判断する（ステップ S 7 0 2）。もしも、予め定めた範囲内に眉間の候補点がないならば、それは偽の候補点であると判断する（ステップ S 7 1 2）。

【0 1 5 2】

一方、距離が予め定めた範囲内にある場合は、次に、距離に応じて、眉間像がテンプレートサイズに合うように入力画像を縮小する（ステップ S 7 0 4）。

【0 1 5 3】

入力画像の候補点を中心とする縮小パターンと眉間テンプレートとの類似度を計算する（ステップ S 7 0 6）。

【0 1 5 4】

類似度が予め定めたしきい値以上かを判断し（ステップ S 7 0 8）、しきい値以上であれば、それを真の眉間候補点とする（ステップ S 7 1 0）。一方、しき

い値未満であれば、それを偽の眉間候補点とする（ステップ S 7 1 2）。

【0 1 5 5】

このような処理をすべての眉間候補点について行う。

その他の処理および構成は、実施の形態 3 の顔位置抽出装置と同様であるので、その説明は繰り返さない。

【0 1 5 6】

このような構成では、人物のカメラ 3 0 からの距離も考慮して、真の候補点の抽出を行うので、より高速に顔画像の位置検出を行うことが可能である。したがって、この実施の形態 4 の処理を動画像の各フレームに対して行うことで、顔画像の追跡を行うことも可能である。

【0 1 5 7】

なお、実施の形態 4 においても、実施の形態 1 の図 1 1 において説明したとおり、眉間候補点から真の候補点を抽出する際に、目の位置を検出した上で眉間候補点の位置の修正および入力画像の回転等を行うことも可能である。

【0 1 5 8】

以上説明したような各実施の形態の処理で、時間軸について所定間隔で連続する画面情報、たとえば、連続するフレーム画像から、実時間で、眉間または目の位置を検出することができる。さらに、このような連続する画面情報の各々において、眉間または目の位置の検出を連続して行っていくことで、眉間または目の位置のトラッキングを行うことができる。

【0 1 5 9】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0 1 6 0】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明によれば、連続する画面情報から実時間で、人物の顔の位置、特に、眉間または目の位置を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の 1 実施の形態にかかるシステムの外観図である。

【図 2】 本発明の 1 実施の形態にかかるシステムのハードウェア的構成を示すブロック図である。

【図 3】 6 分割矩形フィルタを示す図である。

【図 4】 6 分割矩形フィルタを顔画像に当てはめた場合を示す概念図である。

【図 5】 6 分割矩形フィルタの他の構成を示す概念図である。

【図 6】 分割矩形フィルタを走査する対象となる画像を示す概念図である。

【図 7】 インテグラルイメージを用いて、総和を求める長方形領域を示す図である。

【図 8】 眉間の候補点を抽出する処理を説明するためのフローチャートである。

【図 9】 眉間候補点の抽出結果を示す図である。

【図 10】 右目のテンプレートを示す図である。

【図 11】 目の候補点の抽出を行った上で、真の眉間候補点の抽出を行う処理を説明するためのフローチャートである。

【図 12】 図 11 のステップ S 200 における目の候補点の抽出処理を説明するための図である。

【図 13】 眉間テンプレートの形成手順を説明するためのフローチャートである。

【図 14】 眉間テンプレートを説明するための図である。

【図 15】 ステップ S 206 のテンプレートマッチングの手続きを説明するためのフローチャートである。

【図 16】 対象画像から眉間および目の位置を抽出した例を示す図である。

【図 17】 眉間検出フィルタの他の形状を説明するための第 1 の図である。

【図 1 8】 眉間検出フィルタの他の形状を説明するための第 2 の図である。

【図 1 9】 実施の形態 2 の顔位置抽出装置において、真の眉間候補点の抽出を行う処理を説明するためのフローチャートである。

【図 2 0】 異なるサイズの 6 分割矩形フィルタにより、同一の顔画像について、どの範囲で眉間候補点が検出可能であることを示す図である。

【図 2 1】 視差と最適な顔を切り出すサイズの関係を示す図である。

【図 2 2】 図 2 1 より設定した 6 分割矩形フィルタサイズ、視差、候補点を切り出すサイズの関係を示す図である。

【図 2 3】 実施の形態 3 の顔位置抽出装置において、真の眉間候補点の抽出を行う処理を説明するためのフローチャートである。

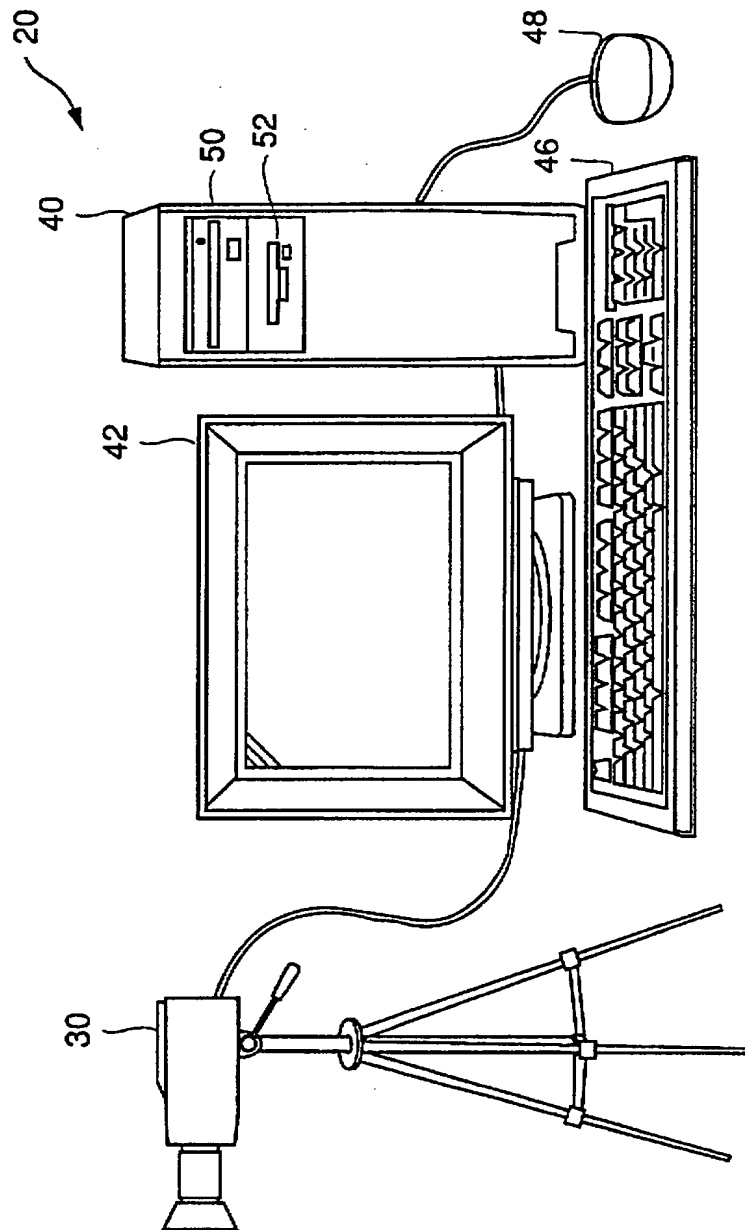
【図 2 4】 実施の形態 4 の顔位置抽出装置において、真の眉間候補点の抽出を行う処理を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

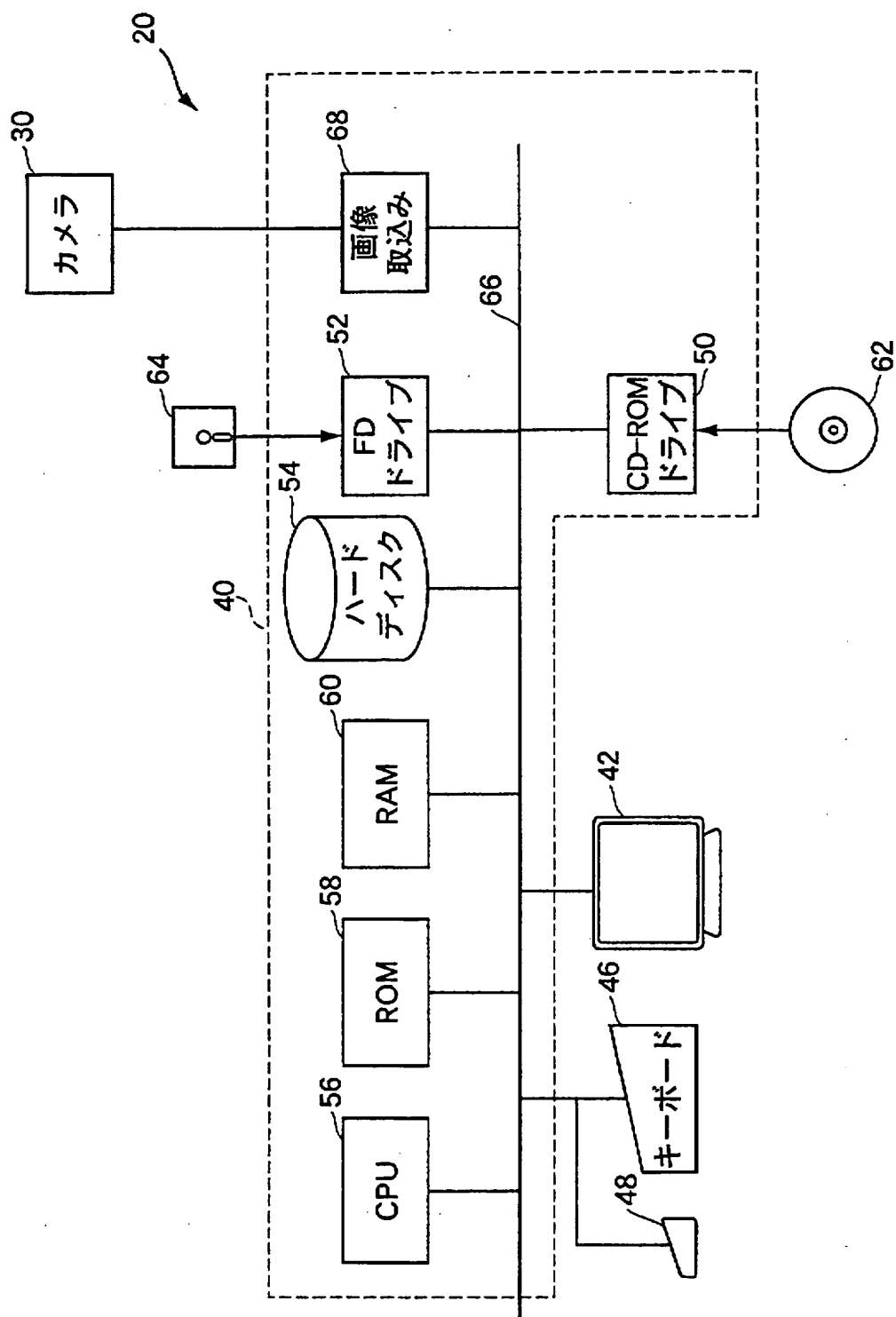
2 0 顔位置抽出装置、3 0 カメラ、4 0 コンピュータ本体、4 2 モニタ。

【書類名】 図面

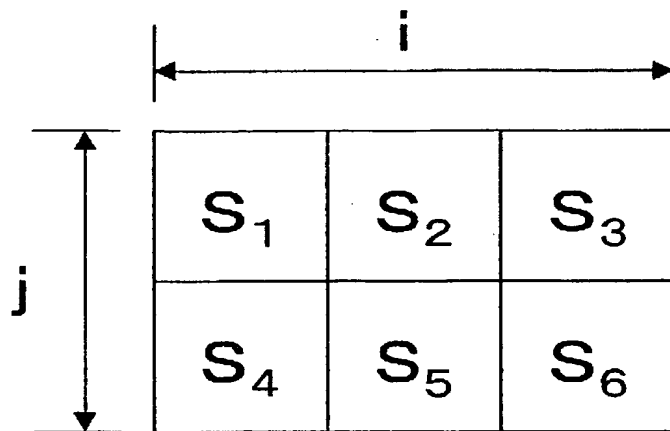
【図 1】



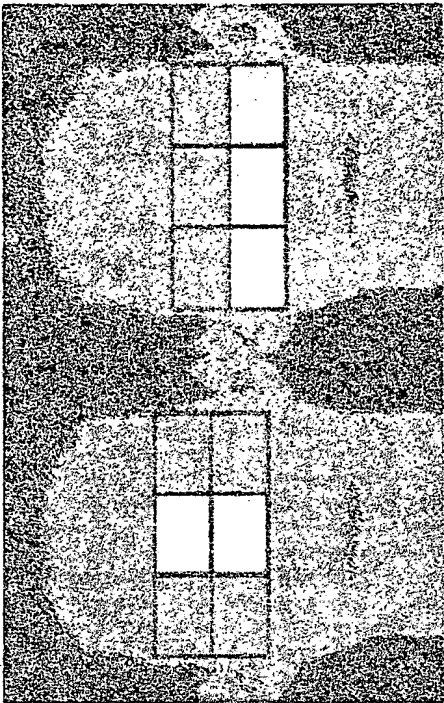
【図 2】



【図 3】



【図 4】



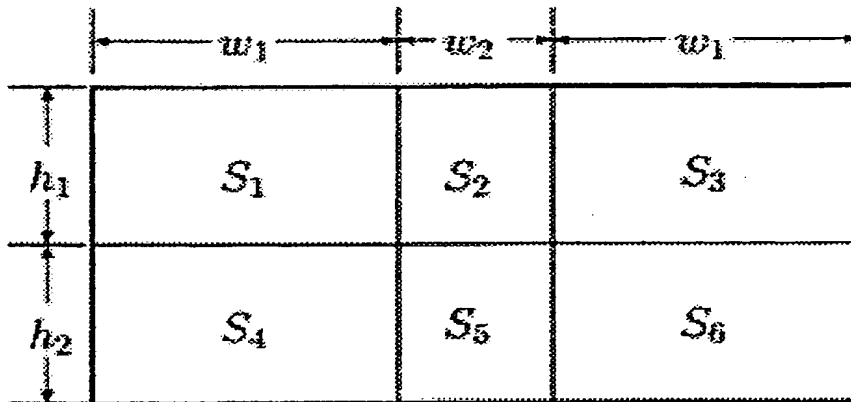
(b)

S1	S2	S3
S4	S5	S6

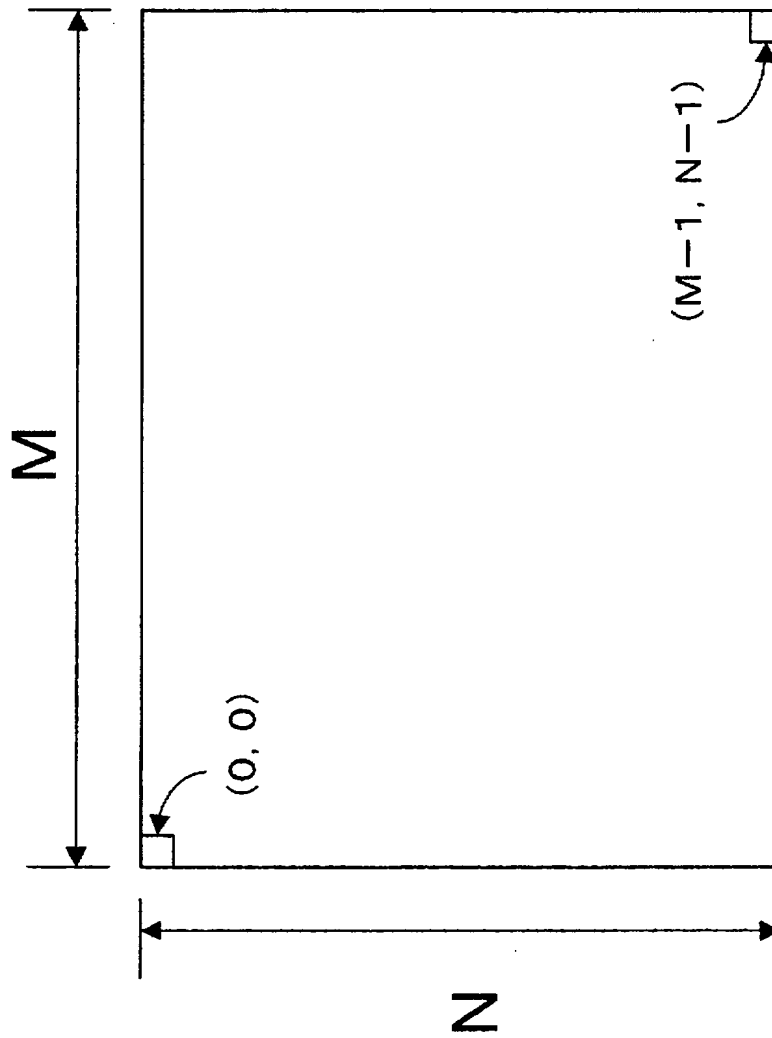
(a)

BEST AVAILABLE COPY

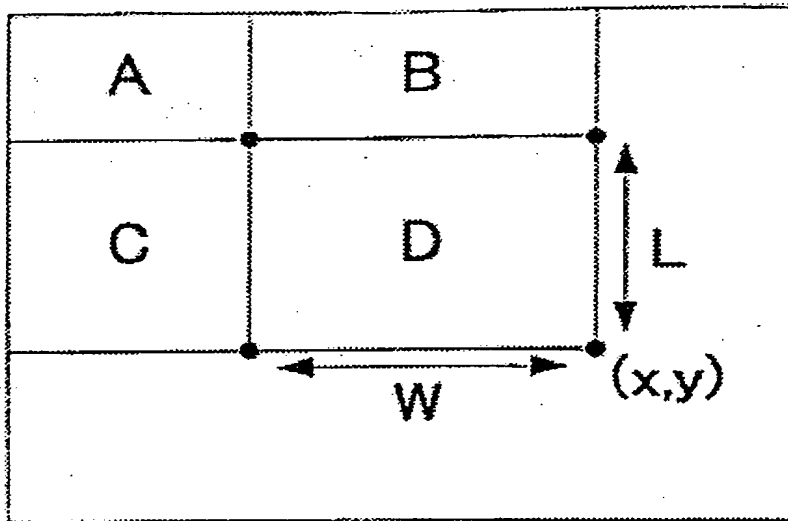
【図 5】



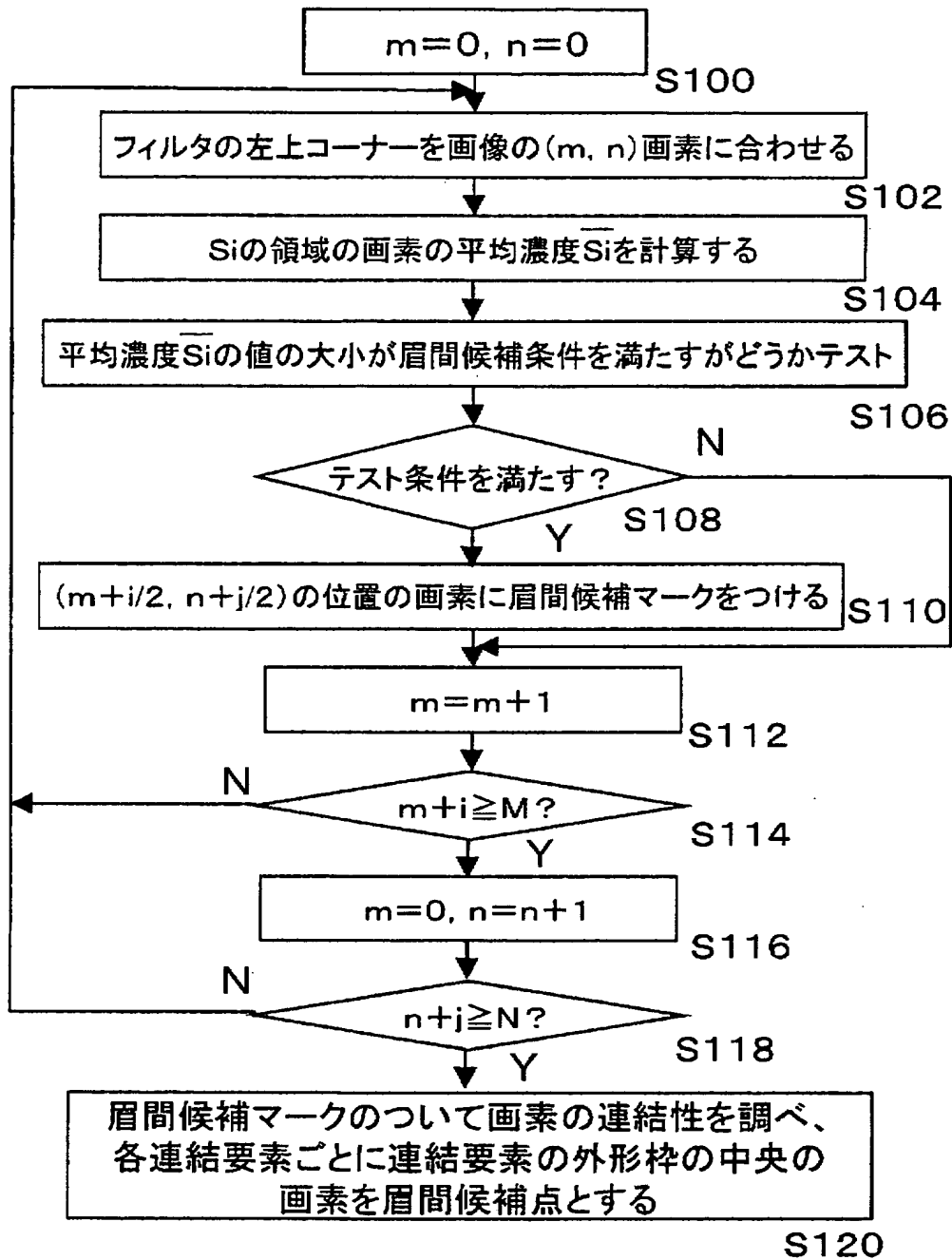
【図 6】



【図 7】



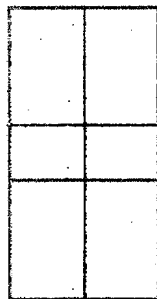
【図 8】



【図 9】



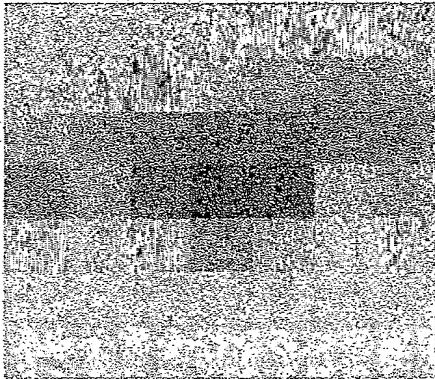
(b)



(a)

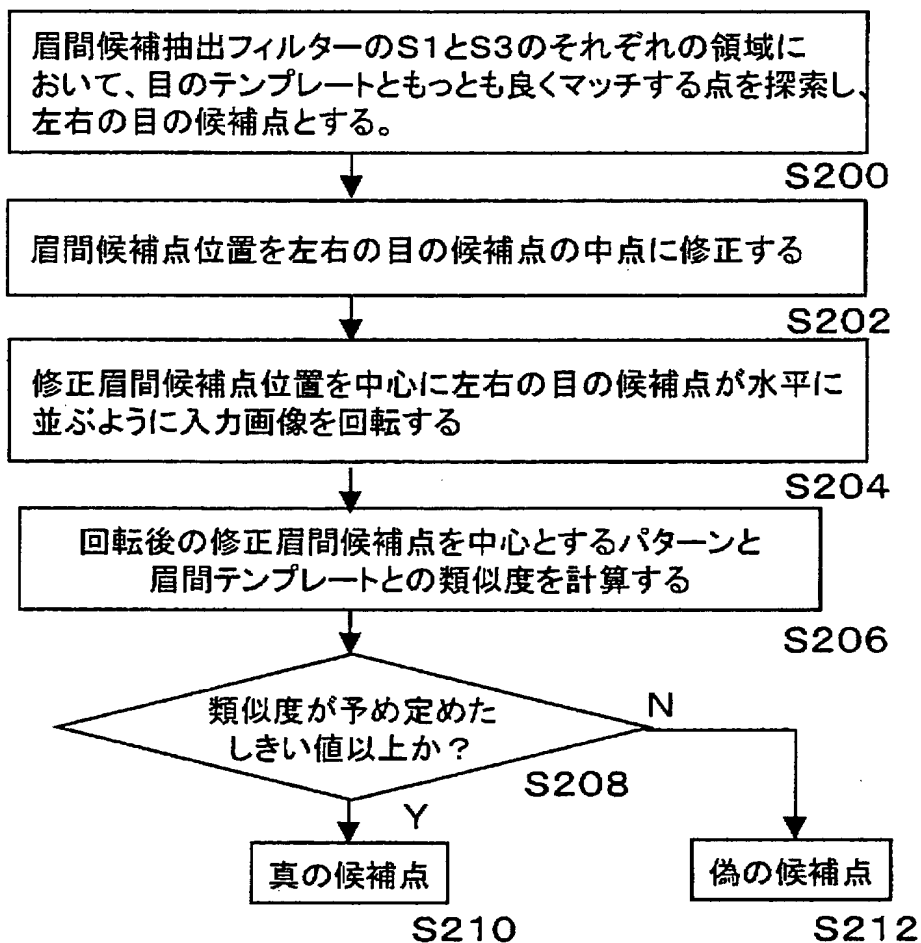
BEST AVAILABLE COPY

【図10】



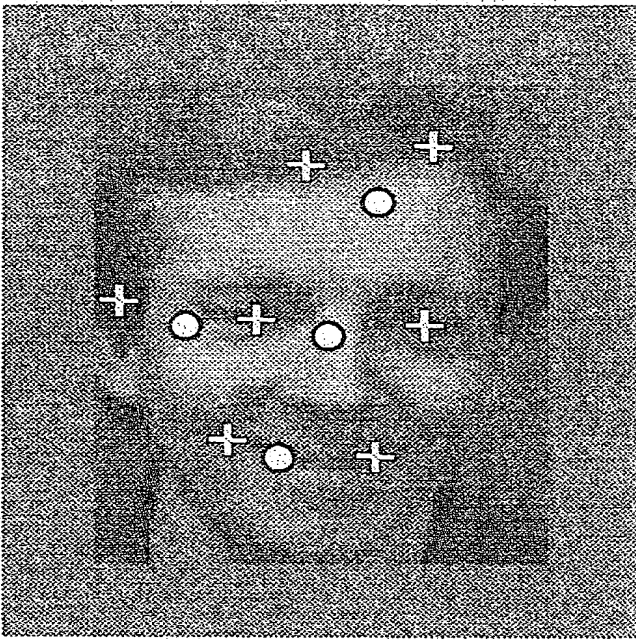
右目テンプレート

【図11】

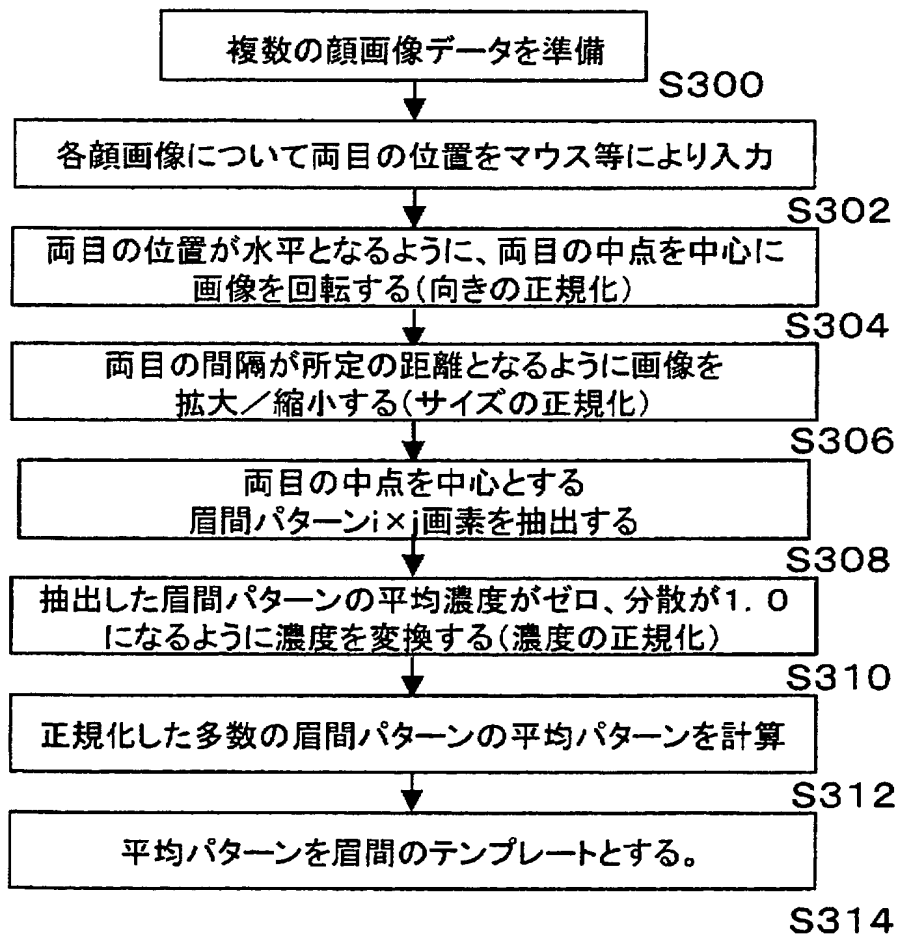


BEST AVAILABLE COPY

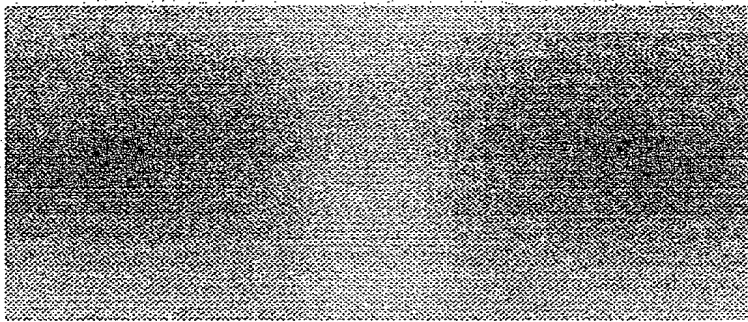
【図 12】



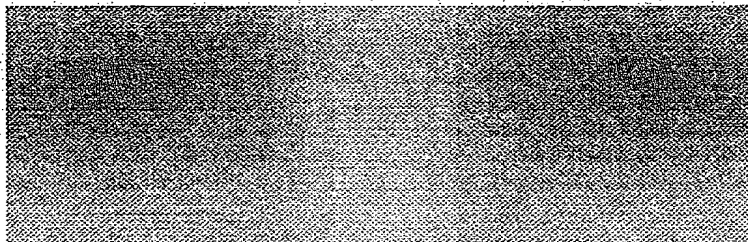
【図 13】



【図 14】

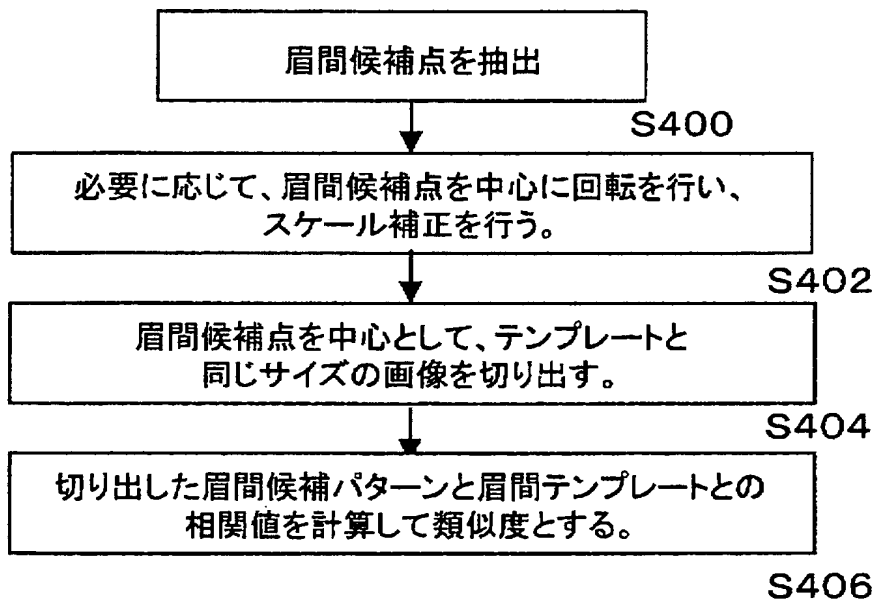


(a)

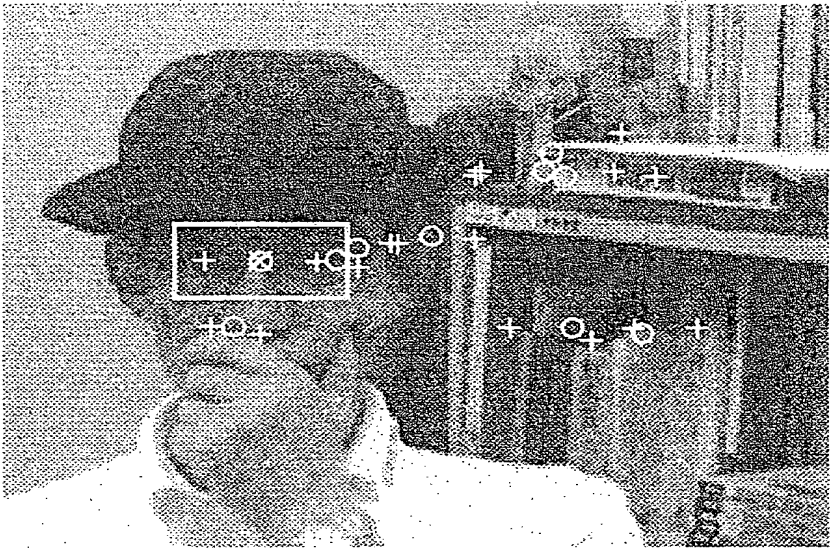


(b)

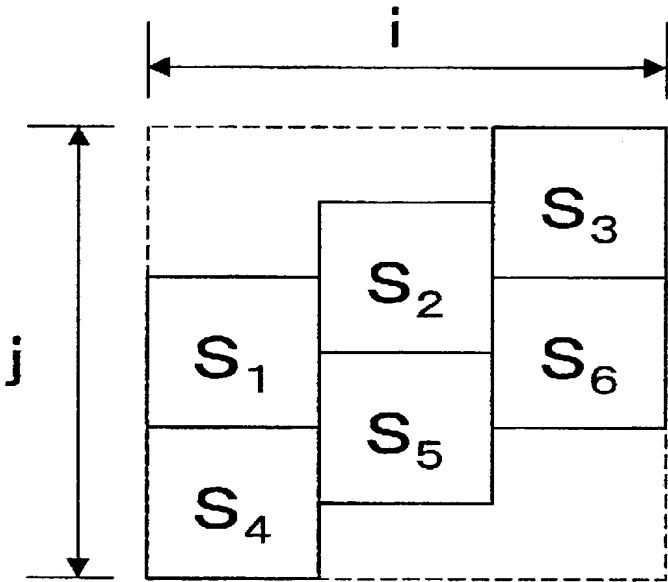
【図 15】



【図 1 6】

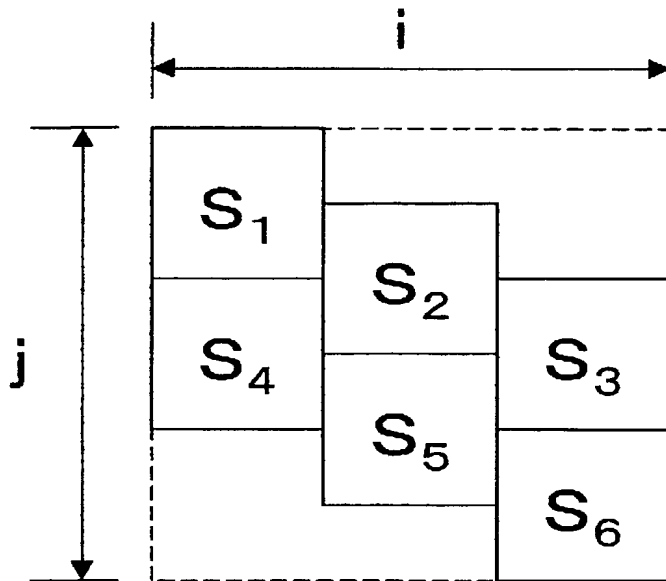


【図 1 7】

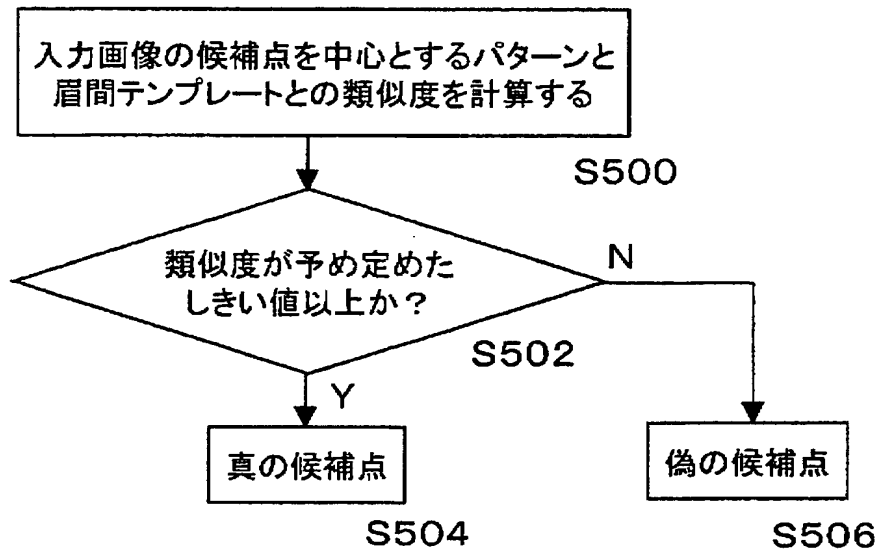


NOT AVAILABLE COPY

【図 18】



【図 19】

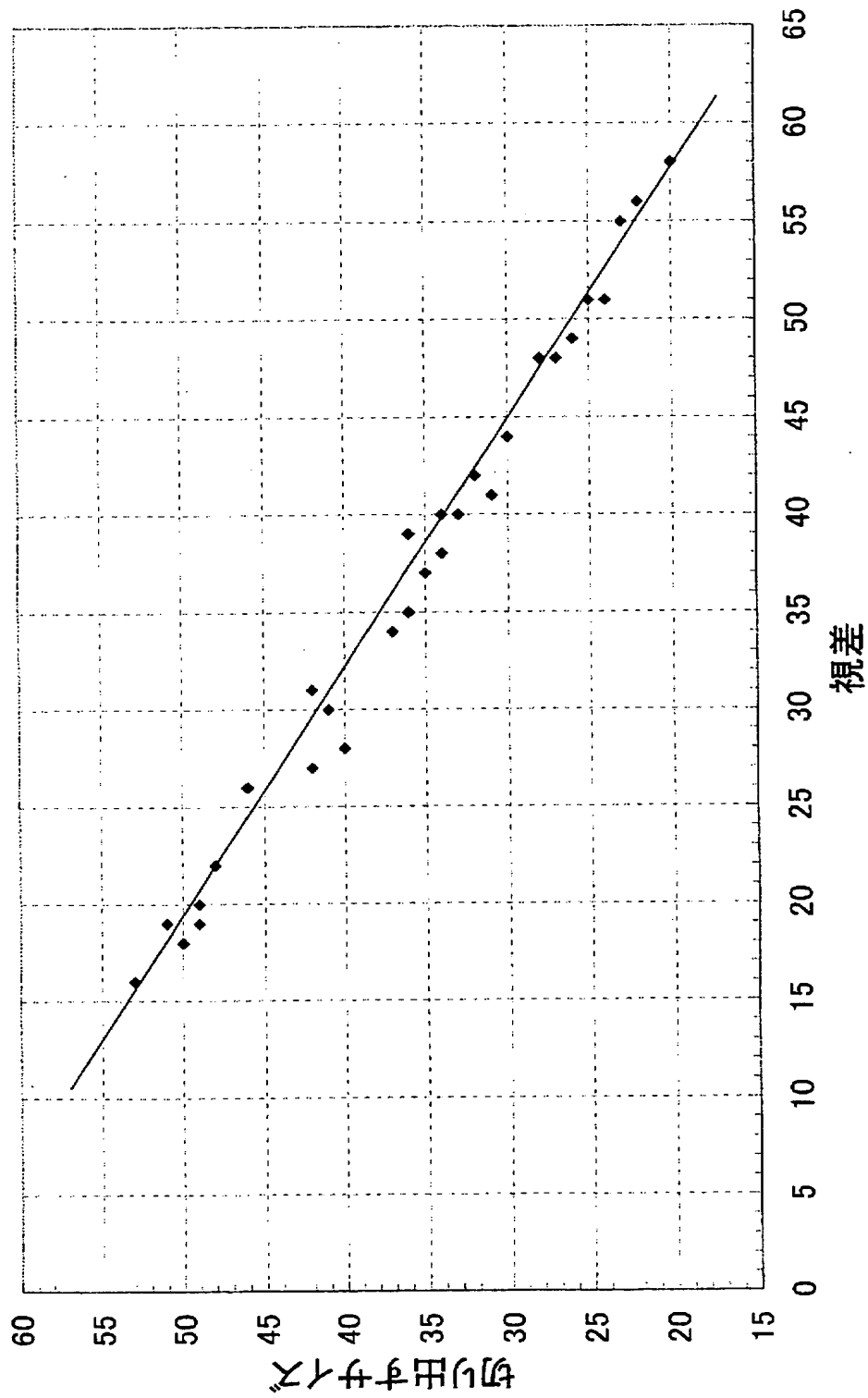


【図 20】

6 分割矩形フィルタの性能実験結果 (総数 400)

矩形フィルタサイズ	サイズの倍率	倍率の逆数	失敗数 (個)	候補点数 (個 (平均))	抽出率 (%)
24×12	0.3	3.3	13	17	96.8
36×18	0.6	1.67	11	8	97.25
48×24	0.8	1.25	15	5	96.25
60×30(基準)	1.0	1.0	33	4	92.0
72×36	1.2	0.83	42	3	89.5
84×42	1.4	0.71	192	3	52.0

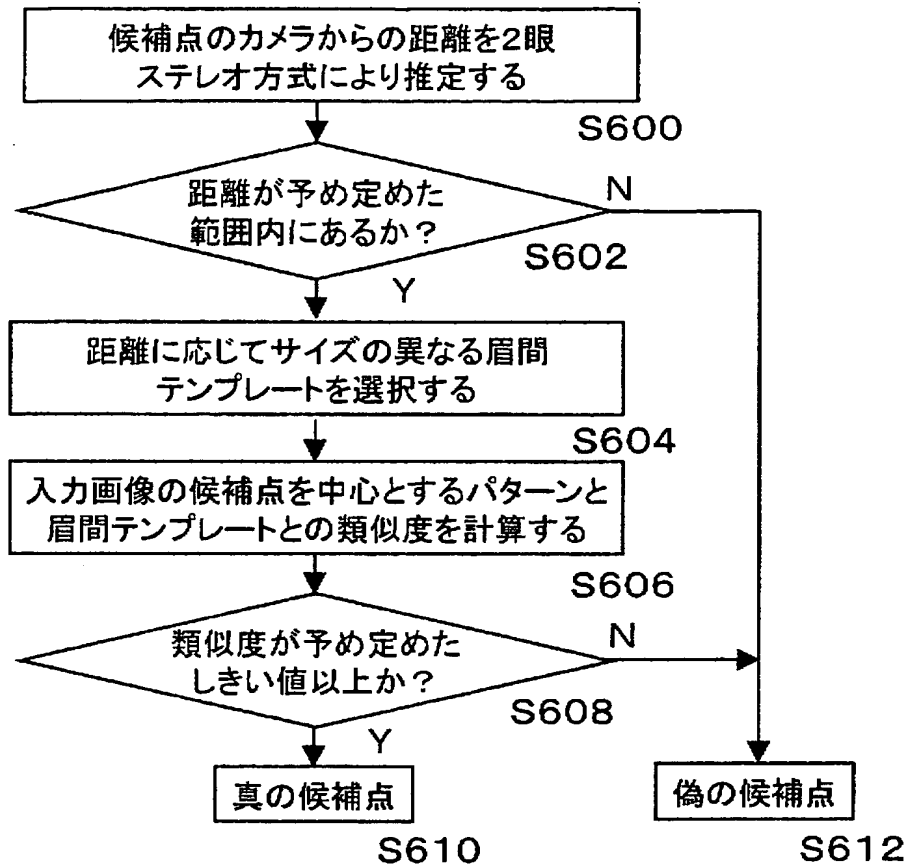
【図 21】



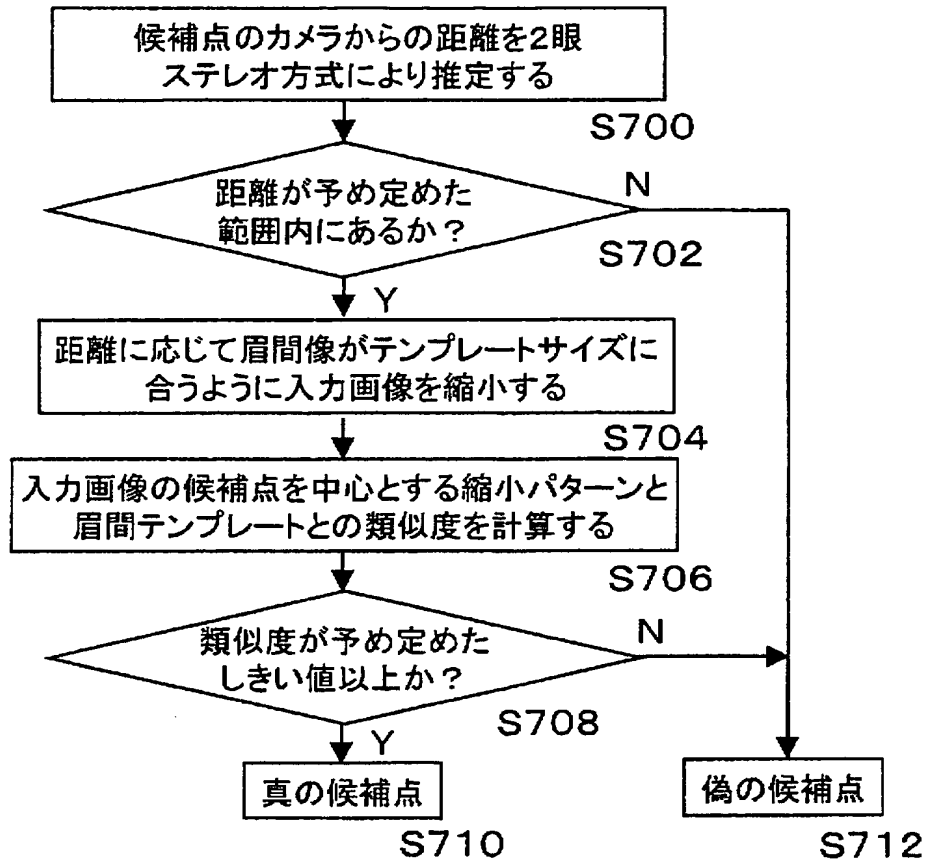
【図 22】

フィルタサイズと視差と切り出すサイズの関係				
フィルタサイズ	フィルタサイズ	視差	切り出すサイズ	
40×20	—	10～15	56×28	
	—	15～20	52×26	
	—	20～25	48×24	
	—	25～30	44×22	
—	24×12	30～35	40×20	
		35～40	36×18	
		40～45	32×16	
		45～50	28×14	
		50～55	24×12	
—		55～60	20×10	

【図 23】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像情報から顔画像を抽出して実時間でその位置を追跡することが可能な方法を提供する。

【解決手段】 人間の顔領域を含む対象画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備して、順次、対象となる画像領域内において、6つの矩形形状 S_i ($1 \leq i \leq 6$)の結合した眉間検出フィルタによるフィルタリング処理（ステップ $S102 \sim S110$ ）により眉間候補点の位置を抽出する。さらに、抽出された眉間候補点の位置を中心として、所定の大きさで対象画像を切り出し、眉間テンプレートとのマッチング処理に応じて、眉間候補点のうちから真の候補点を選択する。

【選択図】 図 8

特願 2 0 0 2 - 3 3 8 1 7 5

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[3 9 3 0 3 1 5 8 6]

1. 変更年月日

1 9 9 3 年 1 2 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷 5 番地

氏 名

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

2. 変更年月日

2 0 0 0 年 3 月 2 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都府相楽郡精華町光台二丁目 2 番地 2

氏 名

株式会社国際電気通信基礎技術研究所